

⑥1

Int. Cl.:

**G 05 d, 11/00**

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



⑥2

Deutsche Kl.: **42 r2, 11/00**

⑩  
⑪

# Offenlegungsschrift 1 962 864

AS

⑫  
⑬

Aktenzeichen: **P 19 62 864.9**

⑭

Anmeldetag: **15. Dezember 1969**

⑮

Offenlegungstag: **25. März 1971**

Ausstellungsriorität: —

⑯

Unionspriorität

⑯

Datum: **30. Dezember 1968**

⑯

Land: **Ungarn**

⑯

Aktenzeichen: **ko-2227**

⑯

Bezeichnung: **Verfahren und Anlage zum Messen der Zusammensetzung von Stoffen**

⑯

Zusatz zu: —

⑯

Ausscheidung aus: —

⑯

Anmelder: **»Licencia« Talalmanyokat Ertesítő Vallalat, Budapest**

Vertreter: **Meissner, Walter, Dipl.-Ing.; Tischer, Herbert, Dipl.-Ing.; Patentanwälte, 1000 Berlin und 8000 München**

⑯

Als Erfinder benannt: **Gönczy, Jozsef, Dipl.-El.-Ing.; Horvath, Lorand, Dipl.-El.-Ing.; Kaffka, Karoly, Dipl.-El.-Ing.; Nadai, Bela, Dipl.-Phys.; Budapest**

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

Off 1 962 864

München, den 15. Dezember 1969

Patentanwälte  
Dipl. Ing. Walter Meissner  
Dipl. Ing. Herbert Tincher  
Büro München  
München 2, Tal 71

1962864

"LICENCIA" Találmányokat Értékesítő Vállalat  
Budapest/Ungarn

**Verfahren und Anlage zum Messen der Zusammensetzung  
von Stoffen.**

Gegenstand der Erfindung ist ein Messverfahren, womit die Zusammensetzung von Stoffen in einfachern Weise bestimmt werden kann. Auf Grund dieser Bestimmung kann das Verfahren vorteilhaft in der Prozessregelung für Anzeige, Regelung und Aufzeichnung verwendet werden. Das Verfahren kann mit besonderen Vorteilen in der chemischen Industrie, in der Lebensmittelindustrie und in der pharmakologischen Industrie angewandt werden. Gegenstand der Erfindung ist auch eine zur Verwirklichung des Verfahrens gezeignete Anlage.

Bei fortlaufenden Technologien können Erzeugnisse guter Qualität bloss durch automatische Steuerung hergestellt werden. Die Automatisierung der fortlaufenden

- 1 -

699/92 Alt.

109813/1009

Technologien (Lebensmittelindustrie, chemische Industrie, pharmakologische Industrie usw.) erfordert, dass während der Erzeugung möglichst vollständige Information von den in den einzelnen Phasen des Arbeitsvorganges teilnehmenden Stoffen (Rohstoffen, halbfertige Waren, Fertigwaren) und ihrer Zusammensetzung, sowie Qualität oder Beschaffenheit gewonnen werde.

Die Qualität der Erzeugnisse kann eindeutig mit Hilfe ihrer gewichtsprozentualen Komponenten, oder deren Hundertstel, d.h. Gewichtsbrüche, gekennzeichnet werden, so dass die Qualitätsmessung auf eine Zusammensetzungsmessung zurückgeleitet werden kann. Die Erfinder fühlen sich zur obigen Behauptung durch die Erkenntnis berechtigt, dass die mit genügender Genauigkeit angegebene gewichtsprozentuale Zusammensetzung eines beliebigen Stoffes eindeutig sämtliche weitere (in den herkömmlichen Qualitätsbegriff mitinbegriffene) Kennwerte des Erzeugnisses bestimmt. In diesem Sinne bestimmt die Zusammensetzung alle am Stoff messbaren physikalischen Kennwerte. Doch kann in der Kenntnis eines einzigen gut messbaren physikalischen Kennwertes ein beliebiger der Zusammensetzungskennwerte nur in dem Falle bestimmt werden, wenn der physikalischen Kennwert bloss von dem in Frage stehenden Zusammensetzungskennwert abhängig ist, d.h. bloss betreffs dieses Wertes selektiv ist. Doch kann eine genügende Anzahl von selektiven physikalischen Kennwerten zur komplexen Beschreibung eines Erzeugnisses entweder auf Kosten von Schwierigkeiten gefunden werden, oder ist das Messverfahren schwerfällig, ungenau, ev. ist die Messanlage (z.B. Massenspektrograph, Gaschromatograph, usw.) kostspielig.

Das erfindungsgemäße Messverfahren beruht auf der Erkenntnis, dass zwischen den Zusammensetzungskennwerten und den physikalischen Kennwerten ein bestimmter Zusammenhang besteht. Können daher aus

den physikalischen Kennwerten eine entsprechende Anzahl von rasch, billig und genau messbare Kennwerte auserwählt werden, so werden diese von den Zusammensetzungskennwerten eindeutig bestimmt. Sei der Zusammenhang ein beliebig verwinkelte, seien die einzelnen physikalischen Kennwerte nicht bloss von einem Zusammensetzungskennwert abhängig, sondern von sämtlichen, müssen die physikalischen Kennwerte doch keine selektiven sein.

Das erfundungsgemäße Messverfahren ist wesentlich das folgende:

Eine Untersuchung wird veranstaltet zur Ermittlung der physikalischen Kennwerte, welche am in Rede stehenden Stoff, dessen Zusammensetzung bestimmt werden soll, mit einfachen Anlagen rasch und genau bestimmt werden können. Sodann wird auf Grund von Messungen der physikalischen Kennwerte, welche an Mustern bekannter Zusammensetzung desselben Stoffes vorgenommen wurden, der Zusammenhang zwischen den Zusammensetzungskennwerten und den physikalischen Kennwerten ermittelt. Dieser Zusammenhang wird besonders in der Umgebung der gewünschten Zusammensetzung ermittelt. Da bei Prozessregelungen sich die Zusammensetzung der einzelnen Erzeugnisse wesentlich in der geringen Umgebung des Arbeitspunktes ändert, ist es zugelassen die Zusammenhänge in der Umgebung der Arbeitspunktzusammensetzung zu linearisieren.

Die linearen Zusammenhänge zwischen den Zusammensetzungskennwerten und den physikalischen Kennwerten werden invertiert. Werden die Muster bekannter Zusammensetzung in einer entsprechenden Weise ausgewählt, so kann die Inversion in einem jeden Falle durchgeführt werden. Damit stehen lineare Zusammenhänge zur Verfügung, mit deren Hilfe in der Kenntnis der physikalischen Kennwerte nun die Zusammensetzung-

4  
kennwerte bestimmt werden können. Die Zusammenhänge sind für den gegebenen Stoff in einem weiteren Bereich gültig, doch kann eine hohe Genauigkeit blos in einer bestimmten Umgebung des Arbeitspunktes erzielt werden. Sodann kann nach einer Messung der physikalischen Kennwerte am Stoff unbekannter Zusammensetzung mit Hilfe der transformierenden Beziehungen die Zusammensetzung bestimmt werden. Das Verfahren eignet sich nicht zur Bestimmung der universalen Zusammensetzung und taugt blos für Stoffe, deren physikalische Kennwerte für Muster bekannter Zusammensetzung zur Verfügung stehen.

Die Transformierung der physikalischen Kennwerte zu Zusammensetzungskennwerten kann mit Hilfe der erfundungsgemäßen Zusammensetzungsmessanlage auch automatisch durchgeführt werden. Die Anlage soll über Eingangs- und Ausgangszeichen verfügen, welche den physikalischen Kennwerten, bzw. Zusammensetzungskennwerten entsprechen zwischen welchen die für den zu prüfenden Stoff charakteristischen transformierenden Beziehungen gültig sind. Die Anlage kann eine elektronische sein, wenn die gemessenen Werte der physikalischen Parameter in der Form von aus einem Fernsender eintreffenden Ströme zur Verfügung. In diesem Falle werden die Zusammensetzungskennwerte als die Summe von entsprechend erzeugten Spannungen erhalten. Zur Verwirklichung des erfundungsgemäßen Verfahrens eignet sich eine auf Grund eines beliebigen physikalischen (z.B. mechanischen, pneumatischen usw.) Prinzips arbeitende Anlage. Was wesentlich ist, ist dass die Anlage die Eingangs- und Ausgangszeichen mit Hilfe des jeweiligen linearen algebraischen Gleichungssystems verbindet.

Ausser den Zusammensetzungskennwerten werden auf die gemessenen physikalischen Kennwerte noch andere Kennwerte (z.B. Temperatur, Druck, relativer Feuchtig-

keitsinhalt usw.) störend auswirken. Doch kann auch die Wirkung dieser störenden Kennwerte mit Hilfe von linearischen Beziehungen in Betracht genommen werden und somit auf dem Stoff unbekannter Zusammensetzung durch Messung des störenden Kennwertes die Störung ausgeglichen werden. Auf Grund der Linearisierung kann der Ausgleich in die transformierende Anlage eingebaut werden und somit z.B. eine automatische komplexe ausgeglichene Messung verwirklicht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich nicht blos zur Zusammensetzungsmessung. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann eine beliebige Gruppe von Kennwerten eines stofflichen Systems durch Messung einer anderen Gruppe von Kennwerten gemessen werden.

Wie aus den obigen Ausführungen ersichtlich, übertreffen dieses grundsätzlich neues Verfahren und diese grundsätzlich neue Anlage was Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Einfachheit, Erzeugungskosten usw. die bisherigen Anlagen ähnlichen Zweckes und stellen somit einen qualitativen technischen Fortschritt dar.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden auf Grund einiger Beispiele und Figuren erläutert.

#### Beispiel 1. Kontinuierliche Likörerzeugung

Es soll durch Mischung und Homogenisierung eine Lösung zubereitet werden, welche wesentlich eine Mischung von drei Komponenten in einem vorgeschriebenen Verhältnis ist. Die eine Komponente ist Wasser, die andere Zucker, die dritte irgendein Aroma und Farbstoffe enthaltender Alkohol. Auf Grund der Fig. 1 ist der Fertigungsgang der folgende: Das Wasser, die Zuckerlösung und der die Farbstoffe enthaltende Alkohol werden in drei Behältern 1, 2 und 3 aufbewahrt. Die drei "Grundstoffe" gelangen über die mit den Ventilen (Einmengungsorganen) 4, 5 und 6 versehenen Rohrleitungen 6, 8 und

9 in das Misch- und Homogenisiergefäß 10, von wo aus die fertige Mischung in Richtung des Pfeils 11 zur Füllmaschine fliesst. Die Dosierung der drei Grundstoffe in einem entsprechenden Verhältnis erfolgt durch die Verstellen des Ventilhubes. Bei fraktionierter Erzeugung konnte "die vorgeschriebene Zusammensetzung" der Mischung blos mit chemischen Methoden kontrolliert werden. Infolge der Langsamkeit des chemischen Verfahrens (mehr als ein Tag wird zur Lieferung der Ergebnisse der Analyse benötigt) konnte es nicht die Grundlage einer automatischen Steuerung bilden. Bei fortlaufender Erzeugung ist jedoch eine automatische Steuerung unerlässlich. Die Bestimmung der Gewichtsprozente der Komponenten, d.h. der Zusammensetzungskennwerte, kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens, d.i. eines Alterationsverfahrens rasch und genau durchgeführt werden. Zur Bestimmung der drei Bestandteile müssen zwei physikalische Parameter gemessen werden. Das Instrument transformiert die physikalischen Kennwerte zu den gesuchten Zusammensetzungskennwerten. Es liefert von den Zusammensetzungskennwerten ein fortlaufendes Zeichen, welches somit eine Grundlage zur Verwirklichung der automatischen Steuerung bietet. Eine beispielsweise Schaltung des zur Verwirklichung der mit Hilfe des Messalterationsverfahrens verwirklichten automatischen Vorgangsteuerung laut Fig. 1 dienenden "transformierenden Instruments" ist auf Fig. 2 dargestellt.

Laut Fig. 1 wird das spezifische Gewicht  $\gamma$  und der Refraktionsindex  $\nu$  des Likörs unmittelbar nach dem Mischungs- und Homogenisierungsgefäß 10 gemessen. Die Größen des spezifischen Gewichts und des Refraktionsindex wird von den Messverstärkern (Fernsendern) 12 und 13 in einen mit der Größe des spezifischen

Gewichts  $\gamma$  und der Grösse des Refraktionsindices  $\nu$  verhältnisgleichen elektrischen Strom von  $i_1(\gamma)$ , bzw.  $i_2(\nu)$ , z.B. in ein UKW-Zeichen von 0 bis 5 mA umgewandelt. Das "transformierende Instrument" 14 ändert die beiden an seinen Eingang geschalteten Stromzeichen im Laufe von algebraischen Operationen um und wird am Ausgang in der Form von Spannungszeichen die Grössen der Gewichtsprozente  $S_c$  des Zuckers und  $S_a$  des Alkohols abgeben. Mit diesen Zeichen werden sodann mit Hilfe der im geschäftlichen Verkehr erhaltbaren Reglern  $R_1$  und  $R_2$ , sowie der Vollziehungsorganen 15 und 16 die die Zucker- bzw. Alkoholkonzentration abändernden Ventile 5, bzw. 6 eingestellt. Mit dem Hub des in die Leitung 7 des Wasserbehälters 1 eingefügten Ventils 4 wird die Fertigungsleistung eingestellt.

In Fig. 2 wird die Schaltung des "transformierenden Instruments" 14 laut Fig. 1 dargestellt. Da die Grössen der beiden physikalischen Kennwerte  $\gamma$  und  $\nu$

sowohl vom Zuckergehalt, wie auch vom Alkoholgehalt abhängig sind - was auch in umgekehrtem Sinne zutrifft - spielt bei der Bestimmung der Zusammensetzungskennwerte die Grösse beider physikalischen Kennwerte eine Rolle. Diese Beziehung wird von den folgenden Gleichungen beschrieben (lineare Annäherung):

$$S_a = A \gamma + B \nu + C \quad (\text{für Alkohol})$$

$$S_c = D \gamma + E \nu + F \quad (\text{für Zucker})$$

wo A, B, C, D, E und F transformierende Matrixelemente sind und für je einen Stoff einen konstanten Wert besitzen.

D.h. das Instrument vollzieht die Transformation (Abbildung) laut der Gleichungen. Der dem spezifischen Gewicht  $\gamma$  verhältnisgleiche Strom  $i_1$  wird durch einen dem Wert von A entsprechenden Widerstand  $R_A$  fliessend

einen mit dem Produkt  $A \nu$  verhältnisgleichen Spannungsabfall verursachen. Mit diesem in Reihe ist die mit dem Produkt  $B \nu$  verhältnisgleiche Spannung geschaltet, welche über den mit dem Wert von B verhältnisgleichen Widerstand  $R_B$  auf Einwirkung des dem Refraktionsindex  $\nu$  verhältnisgleichen Stromes  $i_2$  abfällt. Schliesslich zu diesem kommt die über den dem letzten Glied der ersten Gleichung der Konstante C, entsprechenden Widerstand  $R_C$  abfallende Spannung. In der Schaltung können auch die Vorzeichen der in den Gleichungen vorkommenden Koeffizienten beachtet werden. Im Falle von Likör ist z.B. der Koeffizient A negativ. Dies wurde in der Schaltung durch die entgegengesetzte Reibenschaltung der über den Widerstand  $R_A$  abfallende Spannung in Betracht genommen.

#### Beispiel 2. Fortlaufende Buttererzeugung

Bei kontinuierliche Buttererzeugung wird durch Buttern oder Wärmebehandlung eine Emulsion bereitet, in welcher wesentlich durch automatische Steuerung von der vorgeschriebenen Gewichtsprozentsatz der drei Komponenten gesorgt werden muss. Die eine Komponente ist das Butterfett, die zweite das Wasser, (Buttermilch), die dritte die Luft. Eine Bedingung der automatischen Steuerung ist, dass über den Wert des Gewichtsprozentes der drei Komponenten fortlaufend Informationen zur Verfügung stehen. Sowohl die Verwendung der Methode der Messalteration zum Aufbau der automatischen Steuerung, wie auch die Schaltung des Instruments gleichen vollauf derjenigen des vorangehenden Beispiels. Zwei physikalische Kennwerte müssen zur Bestimmung der drei Zusammensetzungskennwerte gemessen werden. Bei der Butter ist der eine physikalische Kennwert die Kernabsorption  $\mu$ . Die Bestimmung des

spezifischen Gewichts ist an der Dichtigkeit der Butter entsprechenden Stoffen äusserst umständlich. Der andere physikalische Kennwert ist die dielektrische Konstante  $\epsilon$ . Zwar ist der Wert der Elemente des Transformationsmatrices (A, B, C, D, E, F) ein anderer, wie im Falle von Likör, ist die Schaltung des Instruments dieselbe. Blos die Werte von  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_D$ ,  $R_E$  und  $R_F$  müssen anders eingestellt werden. Weiters zeigt sich ein Unterschied im Vergleiche zur automatischen Steuerung der Likörerzeugung darin, dass bei der Buttererzeugung die Einstellung der Zusammensetzungskennwerte nicht mit Hilfe der Ventile erfolgt, sondern durch abänderung der Umdrehungszahl der Buttermaschine, der Temperatur der Fertigungsmaschine und der Leistung der Fertigungsmaschine.

**Beispiel 3. Kontinuierliche Erzeugung von Aufgussaft**

Der Aufgussaft ist eine zur Konservierung von Gurken, Paprika, Kraut usw. benötigt Lösung. Die Erzeugung von Aufgussaft ist der Likörerzeugung sehr ähnlich. Hier wird die Lösung auch durch Mischung und Homogenisierung zubereitet. Die Lösung selbst ist eine Mischung von mehreren Komponenten in einem vorgeschriebenen Verhältnis. Der Unterschied ist, dass hier nicht drei, sondern vier Komponenten vorkommen. Die eine Komponente ist das Wasser, die andere das Salz, die dritte der Zucker, die vierte der Essig. Zur Bestimmung der vier Komponenten sollen drei physikalischen Kennwerte gemessen werden und zwar das spezifische Gewicht  $\mu$ , die Leitfähigkeit  $\kappa$  und der Refraktionsindex  $\nu$ . (Auch kann statt des Refraktionsindex die Drehfähigkeit  $\alpha$  und statt des spezifischen Gewichts der pH-Faktor). Im Falle eines Aufgussaftes von vier Komponenten wird der Zusammenhang zwischen den Zusammensetzungskennwerten von dem

folgenden Gleichungssystem beschrieben:

$$S_S = A \mu + B \lambda + C \nu + D \quad (\text{für Salz})$$

$$S_C = E \mu + F \lambda + G \nu + H \quad (\text{für Zucker})$$

$$S_E = J \mu + K \lambda + L \nu + M \quad (\text{für Essig})$$

Die Anzahl der Elemente des Transformationsmatrices

(die Koeffizienten des Gleichungssystems) ist 12.

Dementsprechend müssen im "transformierenden Instrument" zwölf Widerstandswerte eingestellt werden und auch soll eine Möglichkeit zur Beachtung des Vorzeichens geboten werden. Werden die physikalischen Kennwerte mit dem Strom, die Koeffizienten mit dem Widerstand in Zusammenhang gebracht, so werden die Zusammensetzungskennwerte in der Form von Spannung erhalten.

#### Beispiel 4. Fleischpasterzeugung

Bei Fleischpasterzeugung muss durch Zerstückeln, Mischen und Homogenisieren eine Masse zubereitet werden, welche wesentlich eine Mischung von vier Komponenten im vorgeschriebenen Verhältnis ist. Die vier Komponenten sind Eiweiss (Fleisch), Fett (Speck), Salz und Wasser. Die dosierten Grundstoffe sind das Wasser und Fett enthaltende zerhackte Fleisch, der Wasser und Eiweiss enthaltende Speck, das Salz und das Wasser. Hier kann die messtechnische Aufgabe durch die Methode der "Messalteration" gut gelöst werden. Zur Bestimmung von vier Komponenten müssen drei physikalische Kennwerte gemessen werden und zwar: die Kernabsorption  $\mu$ , die Leitfähigkeit  $\lambda$ , die dielektrische Konstante  $\epsilon$ . Statt des letzteren Wertes kann auch der relative Gleichgewichtsfeuchtigkeitsgehalt erp oder die Kernreflektion (Neutronenstreuung) gemessen werden. Schaltung des Instruments und Aufbau der automatischen Steuerung entsprechen vollauf den vorangehend beschriebenen.

Es sei hier bemerkt, dass durch Ersparung von wertvollen, nützlichen Stoffen (wie z.B. Alkohol, Fett, Eiweiss, Zucker) an den einzelnen Fertigungslinien bei

Patentanwalt  
Dipl. Ing. Walter Meissner  
Dipl. Ing. Herbert Fischer  
Büro München  
Münch 6082864.3  
LICENCIA ...

München, den 20. Juli 1970  
/ih

-II.  
NEUER PATENTANSPRUCH 1

Originalexemplar  
nicht geändert werden

1962864

Verfahren zur Bestimmung von mittelbar nicht- oder nur schwer messbaren Gruppen von technischen Kennwerten, insbesondere zur Bestimmung der Zusammensetzungskennwerte von verschiedenen Chemikalien, pharmazeutischen Produkten, Produkten der Lebensmittelindustrie, usw. auf Grund der Messung von anderen leicht, rasch und genau messbaren technischen Kennwerten, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Produkt mit zu bestimmender Zusammensetzung eine entsprechende Anzahl von Mustern mit bekannten Zusammensetzungen hergestellt werden, oder durch Probeentnahme Mustern mit verschiedener Zusammensetzung erhalten werden, wobei die Zusammensetzungsparameter derselben /in z.B. Gewichtsbruch-, Gewichtsprozent-, Volumenprozent- oder anderen Einheiten/ mit klassischen Methoden bestimmt werden und auch rasch messbare physische Parameter anderer Natur /z.B. Dichte, Brechungsindex, optisches Drehvermögen, elektrisches Leitvermögen, dielektrische Konstante, Oberflächenspannung, Strahlschwächungskonstante, Viskosität, usw./ gemessen werden und auf Grund dieser Messergebnisse der mathematische Zusammenhang zwischen den Zusammensetzungsparametern/den physikalischen Parametern festgestellt wird und dieser Zusammenhang in Form von Regressionsgleichungen oder in Form von Tabellen, oder durch Verwirklichung eines entsprechenden Zählwerkes, oder durch Programmieren eines Zählwerkes festgestellt wird, und nachher durch die Messung der Werte der ausgewählten physikalischen Para-

1962864

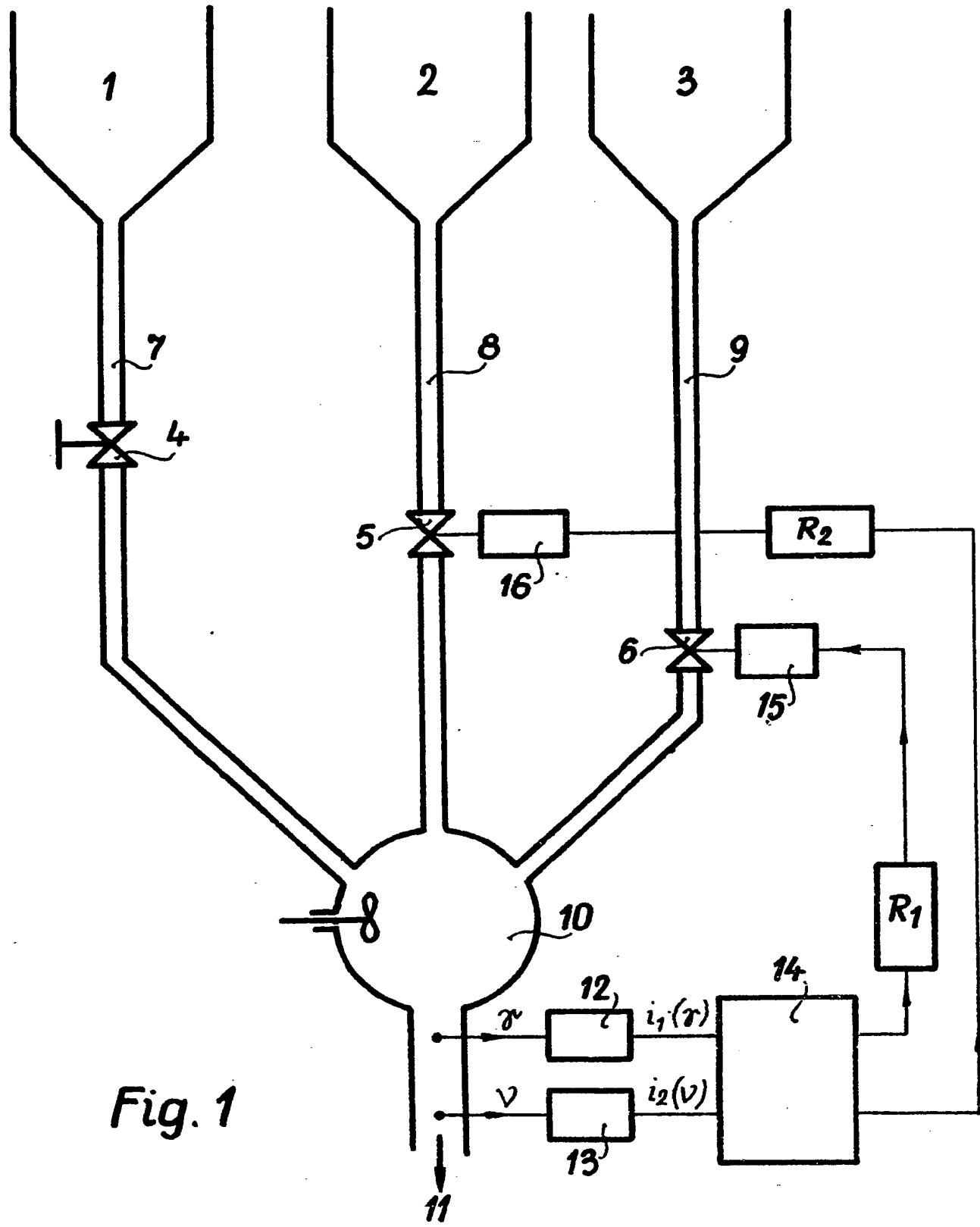
*12*  
meter des Materials mit unbekannter Zusammensetzung,  
auf Grund der bereits früher erhaltenen Zusammenhänge  
die unbekannten Zusammensetzungsparameter erhalten  
werden und im Falle einer Abweichung von einem vorge-  
schriebenen Sollwert die Zusammensetzung mittels ent-  
sprechender Steuermittel korrigiert wird.

109 1 / 1009

- 2 -

13  
Leerseite

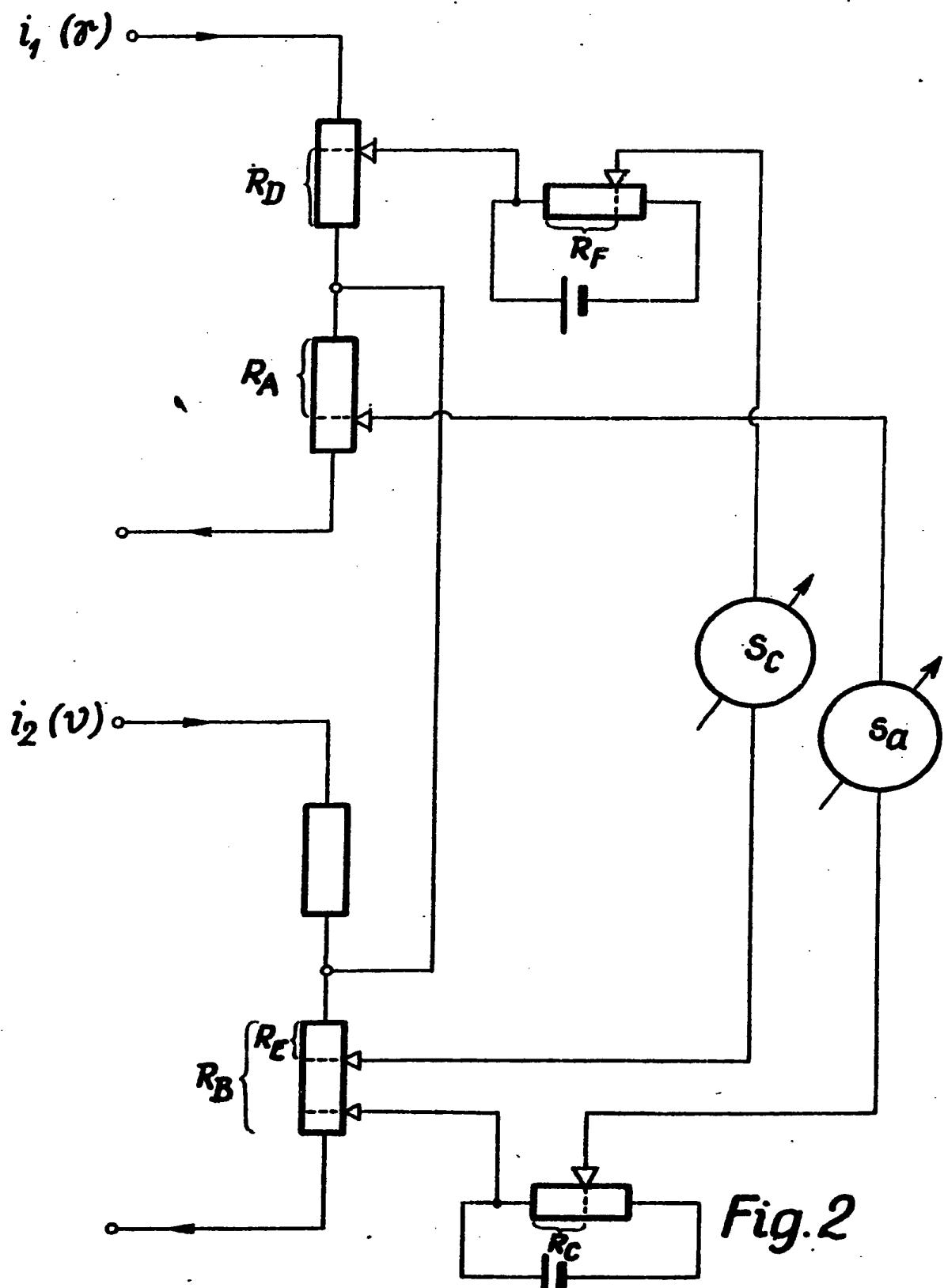
• 15 •  
42 x 2 11-00 AT: 15.12.1969 OT: 25.03.1971 1962864



ORIGINAL INSPECTED

14

1962864



109813/1009

ORIGINAL INSPECTED

Federal Republic of Germany -- German Patent Office

(61) Int. Cl.: G 05 d, 11/00  
(52) German Cl.: 42 r2, 11/00  
(11) Published Patent Application 1 962 864  
(21) File No.: P 19 62 864.9  
(22) Application date: December 15, 1969  
(45) Publication date: March 25, 1971

# 5

Issuing priority: ---

(30) Union priority  
(32) Date: December 30, 1968  
(33) Country: Hungary  
(31) File No.: ko-2227

(54) Designation: Process and system for measuring the composition of materials

(81) Supplement to: ---

(82) Excerpt from: ---

(71) Applicant: "Licencia" Talalmanyokat Ertekesitö-Vallalat, Budapest

ReprcSENTED by: Meissner, Walter, Dipl.-Ing.; Tischer, Herbert, Dipl.-Ing.; Patent  
attorneys, 1000 Berlin and 8000 Munich

(72) Designated inventors: Gönczy, Jozsef, Dipl.-El.-Ing.; Horvath, Lorand, Dipl.-El.-Ing.;  
Kaffka, Karoly, Dipl.-El.-Ing.; Nadai, Bela, Dipl.-Phys.; Budapest

Notification as per Art. 7 §1 Par. 2 No. 1 of the law dated September 4, 1967 (Federal Law  
Gazette, BGBl. I, page 960): ---

[stamp] Patent Attorneys Dipl.-Ing. Walter Meissner and Dipl.-Ing. Norbert Tischer, Munich  
Office, Munich 2, Tal 71

[stamp, on each page] 1962864

Munich, December 15, 1969

"LICENCIA" Találmányokat Értékesítő Vállalat  
Budapest/Hungary

#### Process and system for measuring the composition of materials

The object of the invention is a measurement process by which the composition of materials can be determined with greater ease. Due to said determination, the process can be utilized to good advantage in process control for purposes of display, control, and recording. The process is especially advantageous when used in the chemical, food, and pharmaceutical industries. A suitable system for implementation of the process is a further object of the invention.

With the progress of new technologies, high-quality products can be manufactured only using automatic controls. Automation of progressing technologies (in the food, chemical, and pharmaceutical industries, etc.) demands that, during the manufacturing process, information be as complete as possible regarding the materials involved in each phase of the work (raw materials, semi-finished products, finished products) and their composition, quality, and characteristics.

Product quality can be unequivocally described by identifying components in percent by weight, in other words in hundredths or weight fractions, so that measurements of quality can be derived from measurements of composition. The inventors feel justified in making the preceding statement because the composition of any given substance given in terms of percent by weight, when reported with sufficient accuracy, is an unequivocal determinant of all other characteristics (commonly considered to fall under the rubric of quality) pertaining to the product. Thus, the composition of a substance determines all of that substance's measurable physical attributes. Yet when only one physical attribute capable of being measured well is known, any given characteristic of the substance's makeup can be determined only if such physical attribute depends solely on the compositional characteristic in question, i.e. if it is selective solely in relation to that compositional value. However, a sufficient number of selective physical attributes can be found either with difficulty, or by a method of measurement that is cumbersome or imprecise, or possibly by a measuring device (such as a mass spectrograph, gas chromatograph, etc.) that is very costly.

The measurement process according to the invention is based on the realization that a specific relationship exists between the compositional characteristics and the physical attributes. If, therefore, of all the physical attributes, a suitable number of attributes that can be measured quickly, inexpensively, and accurately can be selected, such selected group of attributes will be unequivocally determined by the compositional characteristics. However complicated the relationship may be, or if the particular physical attributes do not depend solely on one compositional characteristic but on all of them, the physical attributes are not necessarily selective.

The measurement process is essentially as follows: A study is carried out to assess the physical attributes that can, for the substance in question whose makeup is to be determined, be ascertained quickly and accurately using simple instruments. Next, based on measurements of those physical attributes taken from samples of the same substance whose makeup is known, the relationship between the compositional characteristics and the physical attributes is found. Said relationship is ascertained especially in

proximity to the desired composition. With process control, the composition of the particular products varies considerably in close proximity to the work site, and for that reason it is permissible to linearize the relationships in the vicinity of the makeup at the work site.

The linear relationships between the compositional characteristics and the physical attributes are inverted. If the samples of known composition are selected accordingly, the inversion can be performed in each and every case, thereby providing linear relationships that can be used, given known physical attributes, to determine the compositional characteristics. The relationships are valid over a broader range for a given substance, but a high degree of accuracy is attainable only in a certain proximity to the work site. Accordingly, after measuring the physical attributes of a substance whose makeup is not known, its composition can be determined with the aid of the transformational relationships. The process is not suitable for universal determinations of composition, and applies only to substances where the physical attributes are available for samples of known composition.

The transformation of the physical attributes into compositional characteristics using the composition measurement device according to the invention may also be carried out automatically. The system should have input and output signal capabilities corresponding to the physical attributes and compositional characteristics, respectively, between which the characteristic transformational relationships for the substance that is to undergo examination are valid. The system can be electronic when the measured values of the physical parameters are available in the form of incoming current emitted by a remote transmitter. In such cases, the compositional characteristics are obtained as the sum of voltages generated accordingly. A system operating on the basis of any physical principle (e.g. mechanical, pneumatic, etc.) is suitable for implementation of the process according to the invention. It is essential that the system connect the input and output signals with the aid of the appropriate system of linear algebraic equations.

Aside from the compositional characteristics, other additional characteristics (e.g. temperature, pressure, relative moisture content, etc.) will have a disturbing effect on the measured physical attributes. However, even the effect of these disturbing variables can be accounted for using linear relationships, thereby allowing compensation for the disturbance to the substance of unknown composition by measuring the disturbing variable. Due to linearization, a method of adjustment can be incorporated in the transformational system, thereby achieving, for example, an automatic, complex, adjusted measurement.

The process according to the invention is not only suitable for the measurement of composition. The process can be used to measure an arbitrary group of characteristics pertaining to a material system by measuring another group of characteristics.

As can be seen from the preceding discussion, this fundamentally novel process and this fundamentally novel system surpass former systems having similar objectives with respect to accuracy, reliability, simplicity, manufacturing costs, etc. and, thus, they represent a qualitative technical advance.

The process according to the invention is explained below in terms of several examples and drawings.

#### Example 1. Continuous production of a liqueur.

The object is to produce a solution by mixing and homogenization, which is essentially a mixture containing three components in a prescribed ratio. One component is water, another is sugar, and the third is some type of alcohol containing aromatic and coloring agents. According to Fig. 1, the manufacturing process is as follows: The water, sugar solution, and alcohol containing the coloring agents are stored in three containers 1, 2, and 3. The three "basic ingredients" pass through pipes 6 [sic, labeled 7 in drawing], 8, and 9 equipped with valves (organs for adding to the mixture) 4, 5, and 6 into the mixing and homogenization vessel 10, from where the final mixture flows in the direction indicated by the arrow 11 to the filling machine. The three basic ingredients are dosed in the proper ratio by adjusting the valve lift. In the case of

fractionated production, the "prescribed composition" of the mixture could only be checked by chemical methods. Because the chemical process was so slow (taking more than one day to yield the results of the analysis), it could not be used as the basis for automatic control. However, automatic control is absolutely necessary in the case of continuous production. It is possible to determine the percent of the components by weight, i.e. the compositional characteristics, quickly and accurately with the aid of the process according to the invention, namely an alteration process. In order to determine the three ingredients, two physical parameters must be measured. The instrument transforms the physical attributes into the compositional characteristics that are being sought. It provides a continuous signal derived from the compositional characteristics, and that signal thus provides the basis for implementation of the automatic control. Fig. 2, by way of example, shows the circuitry of the "transformational instrument" used in implementing the automatic process control according to Fig. 1 with the aid of the measurement alteration process.

According to Fig. 1, the specific gravity  $\mu$  and the refraction index  $v$  of the liqueur are measured immediately after the mixing and homogenization vessel 10. The measurements of the specific weight and refraction index are transformed by measurement amplifiers (remote transmitters) 12 and 13 into an electric current of  $i_1(\mu)$  and  $i_2(v)$ , respectively, proportionally equivalent to the value of the specific weight  $\mu$  and the value of the refraction index  $v$ , e.g. into a VHF signal from 0 to 5 mA. Using algebraic operations, the "transformational instrument" 14 converts the two current signals sent as input and will emit as output the variables of sugar weight percent  $S_c$  and alcohol weight percent  $S_a$  in the form of voltage signals. These signals are then used, with the aid of the commercially available control units  $R_1$  and  $R_2$  and execution mechanisms 15 and 16, to adjust the valves 5 and 6 that change the concentration of the sugar and alcohol, respectively. Production output is regulated by means of the lift of valve 4 located in line 7 of the water container 1.

Fig. 2 shows the circuitry of the "transformational instrument" 14 according to Fig. 1. The magnitude of the two physical attributes  $\mu$  and  $v$  depends on both sugar and alcohol content, and vice versa, the magnitude of both physical attributes plays a role in the determination of the compositional characteristics. This relationship is described by the following equations (linear approximation):

$$S_a = A\mu + Bv + C \text{ (for alcohol)}$$

$$S_c = D\mu + Ev + F \text{ (for sugar)}$$

Where  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ , and  $F$  are transformational matrix elements, each having a constant value for one substance.

In other words, the instrument completes the transformation (mapping) according to the equations. Current  $i_1$ , which is proportionally equivalent to the specific gravity  $\mu$ , will flow through a resistance  $R_A$  corresponding to the value  $A$ , causing a decrease in voltage that is proportionally equal to the product  $A\mu$ . The voltage that is proportionally equal to the product  $Bv$  is wired in series to it, and decreases through the resistance  $R_B$  that is proportionally equal to the value  $B$  when acted upon by the current  $i_2$  that is proportionally equal to the refraction index  $v$ . Finally, the decreasing voltage joins the voltage last mentioned above through the resistance  $R_C$  that corresponds to the last member of the first equation of the constant  $C$ . In the circuitry, the signs of the coefficients appearing in the equations can also be taken into account. In the case of liqueur, for example, the coefficient  $A$  is negative. The equation takes this fact into account by the opposing series circuit of the falling voltage through the resistance  $R_A$ .

#### Example 2. Continuous butter production.

In the continuous production of butter, churning or thermal treatment is used to prepare an emulsion in which care must be taken to maintain the prescribed weight percent of the three components essentially by means of automatic control. One component is butter fat, the second water (buttermilk), and the third air. Automatic control is possible only if information regarding the weight percent values of all three components is available at all times. Both the recourse to

the method of measurement alteration for construction of the automatic control and the circuitry of the instrument are in every way the same as in the preceding example. In order to determine the three compositional characteristics, two physical attributes must be measured. In the case of butter, one physical attribute is the core absorption  $\mu$ . It is extremely difficult to determine the specific gravity of substances with a density like that of butter. The second physical attribute is the dielectric constant  $\epsilon$ . Although the value of elements in the transformational matrix (A, B, C, D, E, F) differs from that for liqueur, the circuitry of the instrument is identical. Only the values of  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_D$ ,  $R_E$ , and  $R_F$  must be adjusted differently. A further difference from the automatic control used in liqueur production is that when producing butter, the compositional characteristics are not adjusted with the aid of valves but rather by changing the RPM of the churning machine, the temperature of the manufacturing machinery, and the output of the manufacturing machinery.

#### Example 3. Continuous production of pickling solution.

Pickling solution is the solution needed in order to preserve pickles, peppers, cabbage, etc. The production of pickling solution is very similar to that of liqueur. Here, too, the solution is prepared by mixing and homogenization. The solution itself is a mixture containing several components in a prescribed ratio. The difference is that in this case there are not three but four components. One component is water, another salt, the third sugar, and the fourth vinegar. In order to determine the four components, it is necessary to measure three physical attributes, namely, specific gravity  $\mu$ , conductivity  $\chi$ , and refraction index  $v$ . (It is also possible to measure the rotatory power  $\alpha$  instead of the refraction index and the pH factor instead of the specific gravity.) When dealing with a pickling solution having four components, the relationship between the compositional characteristics and the physical attributes is described by the following system of equations:

$$S_s = A\mu + B\chi + Cv + D \text{ (for salt)}$$

$$S_c = E\mu + F\chi + Gv + H \text{ (for sugar)}$$

$$S_v = J\mu + K\chi + Lv + M \text{ (for vinegar)}$$

The number of elements in the transformational matrix (the coefficients of the equation system) is 12. Accordingly, twelve resistance values must be set in the "transformational instrument," and it must also be possible to take the sign of those numbers into account. Establishing a relationship between the physical attributes and the current and between the coefficients and the resistance, the compositional characteristics are obtained in the form of voltages.

#### Example 4. Production of meat paste.

In the production of meat paste, a mass is prepared by mincing, mixing, and homogenization that is essentially a mixture of four components in a prescribed ratio. The four components are protein (meat), fat (lard), salt, and water. The basic ingredients to be dosed are the ground meat containing water and fat, the lard containing water and protein [sic], salt, and water. This is a case where the task of measurement technology can be successfully accomplished by the "measurement alteration" method. In order to determine four components, three physical attributes must be measured, namely: core absorption  $\mu$ , conductivity  $\chi$ , and the dielectric constant  $\epsilon$ . Instead of the latter value, the relative equilibrium moisture content  $erp$  or the core reflection (neutron scatter) can be measured. Instrument circuitry and automatic control design are in all respects the same as those described above.

Let it be noted here that by conserving valuable and useful substances (such as, for example, alcohol, fat, protein, sugar) in the individual production lines with ...  
[end of source text]

[stamp of patent attorney's office]  
[stamp:] Filed copy – Do not [illegible]

Munich, July 20, 1970

New Patent Claim 1

LICENCIA ...

A process for the determination of groups of technical characteristics that can otherwise be measured only with difficulty or not at all, especially for the determination of compositional characteristics of various chemicals, pharmaceutical products, industrial food products, etc., on the basis of measuring other technical attributes that can be measured easily, quickly, and accurately, characterized by the fact that the product whose composition is to be determined is used to prepare an appropriate number of samples with known makeup, or samples with different makeup are obtained by sample collection, whereby the composition parameters of said samples /expressed, for example, as weight fraction, weight percent, volume percent, or other units/ /are determined using conventional methods, and also other types of quickly measurable physical attributes /for example, density, refractive index, optical rotatory power, electrical conductivity, dielectric constant, surface tension, beam attenuation constant, viscosity, etc./ are measured, and the mathematical relationship between the compositional parameters and the physical parameters is established on the basis of these measurements, and said relationship is described in the form of regression equations or in the form of tables, or by realizing a corresponding numerical counting mechanism, or by programming a counting mechanism, and the unknown composition parameters are obtained by measuring the values of the selected physical parameters of the material whose makeup is unknown based on the previously obtained relationships, and should there be deviations from a prescribed target value, the composition is corrected by means of the appropriate control devices.

Page intentionally left blank

[two pages of illustrations]